論文 7-3-4

전국 수은 취급사업장의 작업환경 실태 조사 연구

A Study of Field Survey on Working Environment for Mercury Treatment Establishments in Korea.

엄 성 인* 백 종 배** 이 영 섭***
Sung In Um Jong Bae Baek Young Seop Yi

ABSTRACT

This study is conducted to evaluate the airborne concentration of mercury, as well as installation and efficiency of local exhaust ventilation system for 57 factories manufactured fluorescence lamps, mercury lamps and thermometers for July and August 1990. Results and conclusion are as follows:

1) Mercury treatment factories are 32 among 57 ones, which are 18 fluorescence lamp manufacturing ones and 6 mercury lamp ones and 3 thermometer ones and 5 other ones.

2) Mean airborne concentrations of mercury for factories manufactured mercury lamps are 0.01mg/m^3 in injection process and 0.0155mg/m^3 in exhaust process, and mean airborne concentration of mercury for factories manufactured thermometer are 0.023mg/m^3 in injection process and 0.012mg/m^3 in selection process. All of these airborne concentrations of mercury are lower than PEL(Permissible Exposure Limit), 0.05mg/m^3.

3) Mean airborne concentrations of mercury for factories manufactured fluorescence lamps are 0.094mg/m^3 in injection process and 0.087mg/m^3 in exhaust process, and 0.052mg/m^3 in sealing process and 0.085mg/m^3 in other process, respectively. All of these air borne concentrations of mercury are exceeded to PEL. More than 60% among 32 factories manufactured mercury are exceeded to PEL.

4) Nine factories among 18 factories manufactured fluorescence lamps are equipped with local exhaust ventilation system, and 7 factories among 9 factories are required for the improvement of suction capacity and structure. Five factories among 14 factories manufactured mercury lamps and the other ones are equipped with local exhaust ventilation system, and 2 factories are required for the improvement of suction capacity and structure.

* 正會員 : 전 노동부 산업안전국 전문위원
** 正會員 : 광운대학교 대학원
*** 正會員 : 국립 서울산업대학 산업안전공학과

Ⅰ. 序　論

중금속은 다른 물질과 달리 생성되지 않고 분해되지도 않으며 환경에서 물, 토양으로 침투되어 우리가 섭취하면 건강에 심각한 악영향을 미친다. 일본에서의 미나마타병과 이따이이따이병이 이를 입증한다.

중금속 중에서도 역사적으로 가장 오래된 수은의 성상은 비중이 13.6, 융점이 −38.9℃, 비점 365.7℃이며, 수은 화합물은 금속 수은, 무기 수은, 유기 수은으로 대별할 수 있는데 금속 수은은 형광등, 수은등의 조명기구 제조, 치과용 아말감, 혈압계, 체온계, 온도계 등의 제조에 다량 사용된다. 유기 및 무기 수은은 의약품, 건전지 및 농약, 촉매제로 사용된다.[1]

수은 중독은 고대 수은광산의 광부[2]와 중절모 제조 근로자[3~5]에서 발견되었으며, 1557년 프랑스의 Jean Fernel이 최초로 수은중독 증상을 기술하였고, 1665년 유고슬라비아에서는 직업병의 법적 관리대상이 된 최초의 유해물질이다.[6] 우리나라에서는 최근에도 형광등 제조업체에서 수은 중독자가 집단 발견된 바 있다.[7]

수은 중독은 초기에 식욕 저하, 진전이 나타나고 정신장해와 정서장해가 나타나는 경우가 있는데 중독의 경과는 증상의 예에 따라 달리 나타난다. 만성 수은중독으로 인한 신경 증상인 진전은 피로, 흥분등의 증상으로 나타나며 손가락, 손, 상지, 하지, 안면근, 혀, 후두로 퍼진다. 소화기 증상은 구장내의 불쾌감, 금속의 맛과 괴로움을 느끼는데 초기에는 타액과다, 설태가 나타나고 물을 마실때 구강통증, 잇몸의 흔들림, 궤양출현등이 나타난다. 신장의 증상은 수용성 수은 화합물을 마시면 급성 신부전증이 나타나고 만성 수은중독은 단백뇨가 보이며 부종, 그외 신장장해의 증상을 보인다. 눈에의 증상은 수정체 앞에 가늘게 수은이 침착되고 현미경으로 관찰하면 수정체 앞에 적회색의 색소 침착이 나타나는데 이는 장기간 폭로자에게 나타난다.[8]

본 논문은 형광등, 수은등 및 온도계등을 제조하는 전체 60개 사업장중 57개 사업장을 대상으로 1990년 7월 부터 1990년 8월까지 수은 작업 실태를 조사한 자료를 기초로 하여 업종별로 작업환경 실태 및 공기중의 수은 농도, 취급중인 수은의 종류, 국소배기장치의 설치 여부 및 그 성능의 적정성을 파악, 분석한 결과로써 수은 작업장의 수은 작업 공정에 알맞는 국소배기시설의 형태를 제시하고자 올바른 국소배기장치 설계에 대한 방안을 연구, 수행하였다.

Ⅱ. 현장 조사

전국에 소재한 형광등, 수은등 및 온도계등을 제조하는 60개 사업장중 57개 사업장에 대하여 1990년 7월 부터 8월까지 2개월간 실태를 조사하였다. 즉 사업장의 수은 취급 여부, 수은 취급공정의 공기중의 수은 농도, 전체사업장의 국소배기시설 설치여부 및 설치된 국소배기장치의 구조 성능의 적정성, 업종별 수은 작업 실태, 사용중인 수은의 종류, 수은 취급 공정의 흐름, 상용 근로자수 등으로 이중 조사를 미실시한 3개 사업장은 폐업이 1개소, 휴업 및 생산시설을 설치중인 사업장이 각각 1개소씩이었다.

57개 점검 사업장중에서 수은을 취급하는 32개 사업장에 대하여 수은 공정별로 공기중의 수은 농도에 대한 측정을 개인 시료 포집기(Personal Air Sampler, U.S.A)에 Midget Impinger를 부착하여 흡수액 $KMnO_4$ H_2SO_4 10ml를 사용하여 근로자의 호흡기 위치에서 유속 1.5l/min으로 30분 동안 채취하였으며, 측정횟수는 2−3회 측정하였다. 포집한 흡수액은 원자흡광광도계 (Atomic absorption spectrophotometer, IL−551, England)를 이용하여 파장 253.7nm에서 측정하였다.

국소배기장치에 대한 조사방법은 전체 수은 취급 사업장에 대하여 실태를 파악할 때 각각의 작업 공정별로 국소배기장치의 설치 유무, 후드 형식의 적정성, 수은 증기의 발생원과 후드의 설치 위치, 후드의 제어능력과 덕트의 형태 및 흡·배출구, 댐퍼등의 성능에 대하여 파악하였다.

Ⅲ. 조사 결과 분석

업종별 대상 사업장의 수은 취급 내역은 Table 1과 같이 형광등 제조업체가 다른 업종보다 수은을 취급하는 비율이 높게 나타났다.

Table 1 Details of mercury treatment by manufacturing industries

업 종	대 상	조 사 실 시			미 실 시
		계	수은취급	미취급	
계	60	57	32	25	3
수은등 및 온도계 제조업체	29	28	9	19	1
형광등 제조업체	23	21	18	3	2
기 타	8	8	5	3	

업종별 수은 취급 공정의 공기중 수은 농도는 Table 2와 같이 각 업종별 수은 공정에서 특히 형광등 제조업체의 수은 공정이 허용기준(0.05mg/m³, 노동부 고시 제 91-21호[9])을 훨씬 초과하는 것으로 나타났고, 수은등 및 온도계 제조업체의 공기중 농도는 허용기준에 미달되는 것으로 측정되었다. 기타 수은 스위치 제조업체나 화학제품 제조업체의 수은 공정의 평균치는 허용기준을 상회하는 공정이 있어 이들 업체에 대한 작업환경 역시 개선이 요구된다.

전체 수은 취급 사업장에 대한 국소배기시설 현황은 :

Fig. 1에서와 같이 32개 사업장중 14개소가 시설을 설치하였고 18개소가 미설치되었다. 또한 설치된 14개소중 9개소가 시설을 보완해야 할 사업장으로 나타나 전체의 64.3%가 성능상의 문제점이 드러났고, 전체 32개 사업장중 약 57%가 국소배기시설이 전혀 설치가 되어있지 않아 올바른 설치가 우선적으로 되어야 하겠다.

수은 농도 초과 사업장의 국소배기시설 현황은

Fig. 2와 같이 수은 농도가 초과된 17개 사업장중 형광등 제조업체의 국소배기시설의 불량율과 설치 미비율이 93.3%를 차지하여 타 업종보다 작업환경에 문제점이 심각함을 알 수있다.

Table 2 Airborne mercury concentration by manufacturing industries (mg/m³)

업 종	수은공정	범 위		
		최고치	평균치	최저치
수은등 제조업체	주 입	0.016	0.010	0.003
	배 기	0.016	0.0155	0.015
온도계 제조업체	주 입	0.043	0.023	0.003
	선 별	0.013	0.012	0.010
형광등 제조업체	주 입	0.170	0.094	0.017
	배 기	0.165	0.087	0.009
	실 링	0.095	0.052	0.009
	기 타	0.164	0.085	0.005
건전지 제조업체	주 조	0.075	0.041	0.007
	주 입	0.006	0.004	0.002
수은 스위치 제조업체	주 입	0.082	0.067	0.051
	절 단	0.037	0.032	0.027
	티 닝	0.189	0.127	0.064
	조 립	0.035	0.029	0.023
화학제품 제조업체	전 해	0.079	0.054	0.035

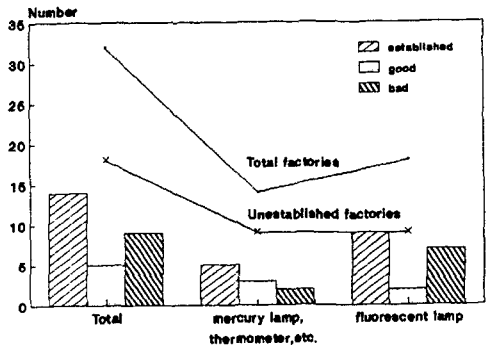

Fig. 1 Efficiency of local exhaust ventilation system by industries

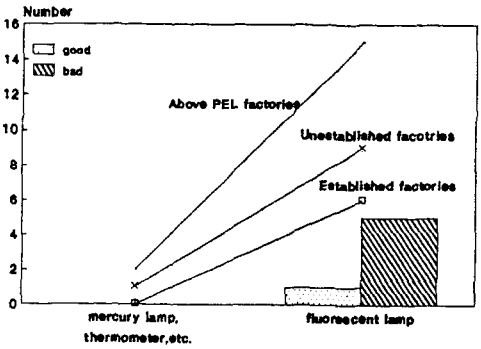

Fig 2 efficiency of local exhaust ventilation system for factories above PEL

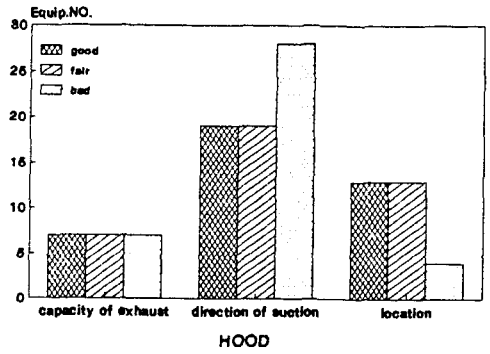

Fig. 3 Istallation and efficiency for Hood

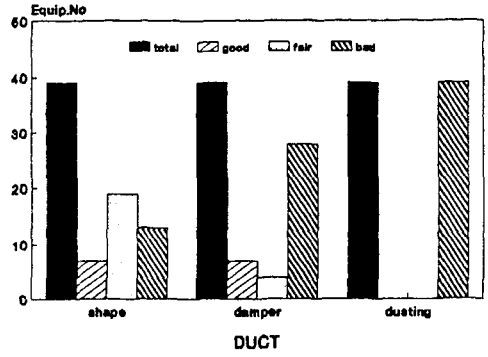

Fig. 4 Installation and efficiency for Duct.

국소배기장치 설치 사업장의 HOOD 및 DUCT의 구조 성능 실태 :

국소배기장치가 설치된 14개 사업장의 구조 및 성능에 대한 조사 결과 Fig. 3, Fig. 4 에서 보여 주듯이 양호한 곳은 18%정도이며 후드의 경우 배기력이나 흡기방향은 50%정도가 보통 수준으로 나타났다. 닥트의 경우 형태 및 분지관, 댐퍼의 성능이 양호한 곳이 약 20%정도 이었고, 닥트의 측정구 및 청소구는 전체가 불량한 것으로 나타났다.

Ⅳ. 결 론

형광등, 수은등 및 온도계등을 제조하는 전국의 60개 사업장중에서 57개 사업장에 대하여 1990년 7월부터 8월까지의 조사내용으로 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 전국 57개 사업장에 대한 점검 결과 수은을 사용하는 사업장이 32개소, 수은을 사용하지 않는 사업장이 25개소로 파악되었다. 이를 업종별로 분류하면 형광등 제조업체 21개소중 18개 업체가 수은을 취급하였고, 수은등 제조업체는 12개소중 6개업체가 수은을 취급하는 것으로 나타나 형광등 제조업체가 수은을 취급하는 비율이 높음을 알 수 있었다.

2) 업종별 수은 공정에 대한 공기중 수은 농도는 형광등 제조업체 18개소중 15개소가 허용기준(0.05mg/m³)을 초과하였다. 주요 수은 취급공정의 평

균 측정치는 주입공정 0.094mg/m³, 배기공정 0.087mg/m³, 실링공정 0.052mg/m³, 기타 0.085mg/m³으로 대부분의 부서가 초과하였다. 기타 다른 업종의 경우는 허용기준을 약간 상회하는 업체가 있어 꾸준한 관리가 요구된다.

3) 수은 취급 사업장의 국소배기시설에 대한 조사결과 수은을 취급하는 업체 총 32개소중 14개소가 국소배기시설을 설치하였고, 18개소는 설치되어 있지 않았다. 또한 14개의 국소배기시설이 설치된 사업장중 성능이나 구조면에서 보완되어야 할 사업장이 9개소로 나타나 우선적으로 표준화된 국소배기시설을 모델화하여 사업장에 설치하여야 하겠다. 이러한 표준 모델을 설치하기 위해서는 국소배기시설의 설계시 부터 후드의 형식, 배기능력, 흡입방향, 설치위치, 덕트의 형태 및 분지관등과 송풍기, 공기청정장치등에 대하여 압력손실등의 공학적인 계산을 토대로 작업대에서 얼마만큼의 거리에 설치하여야 하는가가 중요하다.

본 조사 결과에서 나타난 중요 문제로는 특히 형광등 제조업체의 작업환경이 타 업종보다 열악한 것으로 나타나 앞으로 국소배기시설등의 공학적인 개선이 요구되며, 크롬이나 망간, 연등 직업병을 유발할 가능성이 높은 물질을 취급하는 업체에 대하여도 앞으로 작업환경을 조사, 분석하여 개선방안을 연구하여야 하겠다.

참고문헌

1. 노동부 국립노동과학연구소, 유해·위험물질 편람, pp. 284-285, 1988.
2. Ladd, A. C., et.al, "Absorption and excretion of mercury in miners", J. Occup. Med., 8, pp. 127-131, 1966.
3. Neal, P.A et.al, "Study of chronic Mercurialism in the Hatters Furcutting Industry", Public Health Bulletin, pp. 234, Federal security Agency US Public Health Service, 1937.
4. Kesic, B, et.al, "Hematological investigation on workers exposed to mercury vapor", Ind. Med. Surg.vol.20, pp.485-488, 1951.
5. Baldi,G., et.al, "Chronic mercurialism in felt hat Industry", Med.Lab., vol.44, pp. 161-168, 1953.
6. Zenz C, Occupational Mdicine, "Principles and Practical Applicitions", 2nd Ed, Chicago, Year Book Medical publishing Inc, 1988.
7. 김광종, 차철환, "전국 형광등 제조업체에 있어서 공기중 및 요중 수은 농도에 관한 조사연구", 고대의대 예방의학 교실, 대한 산업의학회지 제2권 제2호, pp.175-185, 1990.
8. 山村行府등, 産業保健學, pp 204-215, 1986.
9. 노동부, 유해물질의 허용농도. 농동부 고시 제91-21호, pp.35, 1991.